云 南 植 物 研 究　1995; **17** (2): 129—143
Acta Botanica Yunnanica

华西南干热河谷种子植物区系的特征、性质和起源*

金振洲[1]　杨永平[2]　陶国达[3]
([1] 云南大学生态地植物研究所,昆明 650091)
([2] 中国科学院昆明植物研究所,昆明 650204)
([3] 中国科学院昆明植物研究所西双版纳热带植物园,云南勐腊 666303)

摘要　华西南干热河谷种子植物的区系特征表现为其植物科、属、种各级分布区类型的多样性，明显的特有现象和丰富的标志种。根据本地区的区系成分分析，可以得出以下有关区系性质和起源的结论：（1）总体上看干热河谷种子植物区系属于亚热带性质；（2）本地区一些半稀树草原和马基状灌丛的区系成分类似于热带非洲、热带亚洲和地中海地区相同植被的成分；（3）许多植物科和属为古热带成分，起源于古南大陆；（4）少数残遗种或其后裔可追溯到它们的古地中海起源，特别是古南大陆起源，这对说明所研究地区的植物区系起源是很重要的资料。

关键词　华西南, 干热河谷, 种子植物区系

THE FLORISTIC CHARACTERISTICS, NATURE AND ORIGIN OF SEED PLANTS IN THE DRY-HOT RIVER VALLEY OF SW CHINA

JIN Zhen-Zhou[1], YANG Yong-Ping[2], TAO Guo-Da[3]
([1]*Institute of Ecology and Geobotany, Yunnan University,* Kunming 650091)
([2]*Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences,* Kunming 650204)
([3]*Xishangbanna Tropical Botanical Garden of Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences,* Mengla Yunnan 666303)

Abstract　The floristic characteristics of seed plants in the dry-hot river valley of SW China are (1) diversity in areal-types of plant families, genera and species, (2)striking appearance in endemism and abundance in characteristic species. Based on the analysis of the floristic elements in this area, some conclusions on the nature and origin have been drawn as following: (1) The flora of seed plants in dry-hot river valleys is subtropical nature as a whole; (2) Some floristic elements of the semi-savanna and maquis-like scrub in this area are similar to the Tropical Africa, Tropical Asia and Mediterranea region in their corresponding vegetations; (3) Many plant families and genera are ancient tropical elements with the origin from Gondwanaland; (4) A few relic species or their descendants might be traced to their origin of the Tethys, mainly the Gondwanaland, that are very important data for explaining the origin of flora in the studied

*国家自然科学基金资助项目 9390010
1994-04-27 收稿, 1994-06-24 修回

area.

Key words SW China; Dry-hot river valley; Flora of seed plants

华西南干热河谷地区位于中国西南各省金沙江、元江、怒江三大流域干热和干暖气候下的河谷两侧带状地区（南北盘江亦有残余，但未详查）。它是高原山地区域江流深切的一个自然地区，有着独特而多样的植物区系。在中国植物区系分区中，它是“滇缅泰地区（IIG22）”、“云南高原地区（IF16）”和“横断山脉地区（IF17）”三个植物区系地区深陷河谷的、非地带性的、自然环境和植被都比较特殊的一类地区[1,2]。从植物区系组成看，它显然不同于干热河谷以外的高原山地，但又有一定联系，它是这三个植物区系地区的一个独立的部分。这一地区的植物区系，犹如散生的岛屿，深陷于中国西南热带和亚热带的多山区域，其组成多样而特殊，且具有明显特征。此类植物区系的研究对阐明与古大陆区系的联系和热带起源起了辅助作用[3,4]。

“干热河谷”是西南地区的习惯称谓，并非严格的干热气候标准，在环境的水分条件方面包括干旱和半干旱的河谷，在环境的热量条件方面包括热和暖的、或热带和亚热带性的河谷。故干热河谷包括习称的“干暖河谷”在内，但不包括“干温河谷”[5]。自然环境中“峡谷”是一个必备的条件，虽也包括个别宽谷，但总体上必须是高山峡谷和中山峡谷的下部河谷地带。干热河谷的气候属于热带和亚热带气候的干旱或半干旱类型，即通常称的“干热河谷气候”。由于处在谷底，两侧山地高耸，一般都有一个造成干热的雨影区，并受不同程度焚风效应的直接影响。

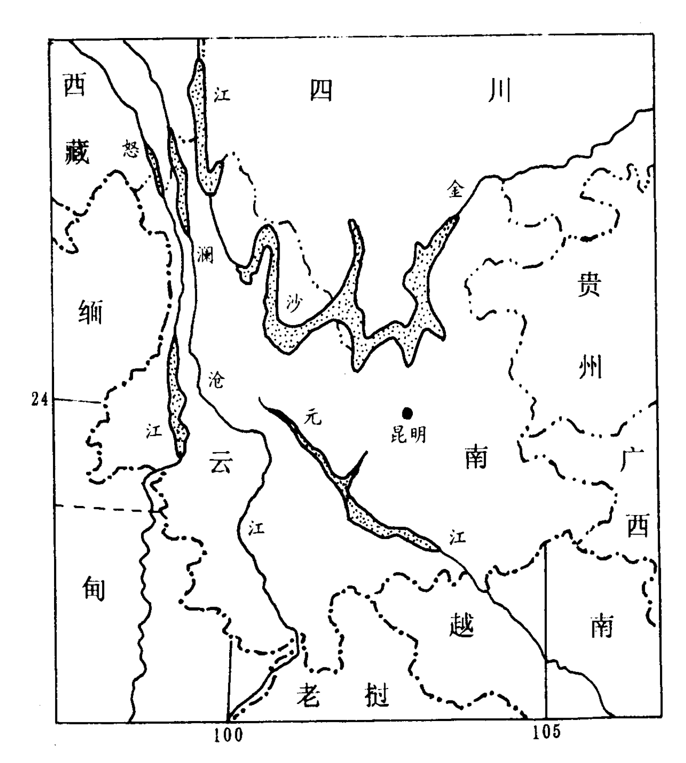


图1 研究地区干热河谷的地理位置

Fig. 1 Geographic position of studied area

鉴于上述干热河谷的条件和现实植物区系及植被考察的旁证，确定了华西南干热河谷的范围主要是金沙江河谷、元江河谷和怒江河谷。澜沧江、南盘江、瑞丽江等因上述条件不足而没有选择作为研究对象，但澜沧江的川西滇北部分有一段明显的干热河谷（狭义的干暖河谷）已包括在内。为此干热河谷的地理范围约在北纬23—30度，东经98—104度，主要分布云南、四川境内，部分至西藏东部，实际面积是很小的（图1），即金沙江的云南部分（永善、巧家、东川、禄劝、元谋、华坪、永胜、大姚、宾川、鹤庆、丽江、中甸、德钦的临江部分，海拔在1600 m以下至谷底）、金沙江的四川部分（金阳、布拖、宁南、会东、会理、攀枝花、米易、德昌、盐源、木里、得荣、巴塘的临江部分，海拔在2700 m以下至谷底）、元江（蒙自、个旧、元阳、红河、建水、石屏、元江、新平、双柏、楚雄、易门、南涧的临江部分，海拔在1400 m以下至谷底）、怒江（泸水、保山、龙陵、施甸的临江部分，即北起六库、上江、芒宽、潞江坝至惠通桥以南，海拔1400 m以下）和澜沧江上游

(西藏的盐井、芒康的临江部分，海拔 2700 m 以下)。

干热河谷的近代植被均为耐干旱的旱生植被，全为非地带性植被类型。南部的元江、怒江和中部金沙江的元谋、攀枝花等河谷均为半稀树草原（Semi-savanna）型植被，河谷的两侧山坡普遍分布着以扭黄茅 *Heteropogon contortus*, 孔颖草 *Bothriochloa pertusa*, 芸香草 *Cymbopogon distans* 等为主的耐干热禾草草丛，其上散生多种低矮的乔灌木如滇榄仁 *Terminalia franchetii*, 木棉 *Bombax ceiba*, 毛叶柿 *Diospyros mollilolia*, 缅枣 *Zizyphus mauritiana* 等[6--9]。在元江如天干果 *Buchanania latifolia*, 厚皮树 *Lannea coromandelica*, 三叶漆 *Terminthia paniculata*, 虾子花 *Woodfordia fruticosa*[7]。在怒江如柯子 *Terminalia chebula*, 顶果木 *Acrocarpus fraxinifolius* 更为常见[10,11]。肉质多刺灌丛在全干热河谷都分布，以仙人掌 *Opuntia monacantha* 和霸王鞭 *Euphorbia royleana* 为主[12]。在金沙江的上游川西滇北亚热带性的干热河谷中分布着类似马基 (Maquis-like) 型的多刺小叶矮生稀灌丛，构成特殊的植被景观，以小叶马鞍叶 *Bauhinia brachycarpa* var. *microphylla*, 小紫金标 *Ceratostigma minus*, 苦刺花 *Sophora davidii*, 小叶荆 *Vitex microphylla*, 头花香薷 *Elsholtzia capituligera* 等为常见[4,13,14]。上述半稀树草原等干热河谷植被的植物区系组成大大不同于峡谷上部山地和附近高原山地的植被和植物区系组成。

植物科、属、种的组成及分布型

根据考察和资料查阅，华西南干热河谷地区共有野生种子植物 1791 种, 其中金沙江 1151 种（滇部分 686 种，川部分 797 种）、元江 685 种、怒江 566 种。在如此狭小的地域范围内种子植物的数目是众多的。全部干热河谷的 1791 种，分属于 755 属 162 科，其中裸子植物 5 科 7 属 11 种，被子植物 157 科 748 属 1780 种（双子叶植物有 137 科 616 属 1480 种，单子叶植物 20 科 132 属 300 种）。

1. 科级组成

按科内种数大小的顺序排列，含 100 种以上的科 3 个，即禾本科（75 属 178 种）、蝶形花科（22:55）、菊科（57:105）。含 44—100 种的有 4 个，即唇形科（25:71）、大戟科（22:55）、蔷薇科（16:50）、茜草科（19:49）。上述 7 个科所含的种数 673 种，占总种数的 37.6%，多数为世界性大科。含 21—40 种的科有 14 个，含 11—20 种的科 25 个，这 39 个科有 737 种，占总种数的 41.2%。含 11 种以下的科还有 116 个，计含 6—10 种的科 22 个，2—5 种的科 64 个，含单种的科 30 个，它们都是以少数种类存在干热河谷，反映出科组成的多样性。

按干热河谷种子植物各科的分布型来分，热带亚热带分布型的科有 103 个（含 367 属 846 种）, 温带分布型 42 个（含 150 属 314 种），世界广布科 17 个（含 239 属 632 种)。显然科级中以热带亚热带分布型的科为多，占总科数约 53%，多数为含种数较少的科。温带分布型约占 26%，世界广布分布型占 10.5%。热带亚热带科中梧桐科、田麻科、漆树科是干热河谷重要的科，在元江河谷达 14 种之多，其次是使君子科、马鞭草科、锦葵科、苏木科。种数少而重要的科如木棉科、橄榄科、莲叶桐科、苏铁科、茶茱萸科、翅子树科、紫葳科、蓝雪科、山柚子科、蒺藜科、鼠刺科、仙人掌科、木犀草科、六苞藤科等。温带分布型的科中，唇形科的属种数较多，此为干热河谷的特点之一，次为鼠李科、玄参科、木樨科、百合科、紫草科等，在高海拔的河谷中温带科有所增加，而元江、元谋等干热河谷温带科很少。

古老的科除了裸子植物外，有樟科、莲叶桐科、胡椒科、金粟兰科、三白草科、壳斗科、榆科、桑科、荨麻科等等，反映植物区系古老而起源久远。

2. 属的组成

从属级植物区系组成的水平看，本地区有种子植物 755 属。按吴征镒关于中国种子植物属级分布区类型的划分系统[15]，世界分布的属有 53 个，热带（含亚热带）分布型的属有 480 个，温带分布型 201 个，中国特有分布型 21 个。从 15 个属级分布型的分配状况和所占比例，以及与全国、云南、横断山地

区的属级区系数量比较看，全河谷中中国特有属占总属数（不计世界广布属）约3%，且占全国同类属数的9.7%，占云南的30%，横断山地区的29%，有一定地区的特色[15,16,2]。热带分布型的属多于温带分布型一倍以上，二者之比为70.5:29.5。热带属中以泛热带分布型数量最大，达187个属，占总属数的26.5%，如黄细心 *Boerhavia*, 榄仁 *Terminalia*, 苘麻 *Abutilon*, 羊蹄甲 *Bauhinia*, 千斤拔 *Flemingia*, 枣 *Zizyphus*, 三芒草 *Aristida*, 扭黄茅 *Heteropogon* 等都是各河谷共有的属。泛热带属如此之多是本地区区系的重要特点。其次为热带亚洲分布型，有98个属，占总属数13.9%，共有的如黄杞 *Engelhardtia*, 千张纸 *Oroxylum*, 地皮消 *Pararuellia* 等。旧世界热带分布型的属73个，占10.3%，共有的如青藤 *Illigera*, 扁担杆 *Grewia*, 链荚豆 *Alysicarpus*, 茅根 *Perotis* 等。热带亚洲至热带非洲分布型的属62个，占8.8%，共有的如白花苋 *Aerva*, 木棉 *Bombax*, 浆果楝 *Cipadessa*, 牛角瓜 *Calotropis* 等。热带亚洲至热带大洋洲分布型的属37个，占5.2%，各河谷共有的如火绳树 *Eriolaena*, 千解草 *Pygmaeopremna* 等。最少的是热带亚洲和热带美洲间断分布型的属，仅23属，占3. 3%，共有的如仙人掌 *Opuntia*, 蝙蝠豆 *Atylosia* 等。上述热带属的各分布型在各条河谷还有非共有的许多属，不一一枚举。

温带分布型的属中以北温带分布属稍多，有80个属，仅占总属数的11.3%，各河谷共有的如盐肤木 *Rhus*, 艾蒿 *Artemisia*, 绵菅草 *Eriophorum* 等。次为旧世界温带分布型的属，有41个，占5.8%，共有的如旋覆花 *Inula*、香薷 *Elsholtzia* 等，元江和怒江均少，唯金沙江稍多。东亚分布型的属36个，占5.1%，各河谷共有的很少，金沙江稍多，如帚菊 *Pertya*, 莸 *Caryopteris* 等。东亚和北美间断分布型的属30个，占4.3%，共有的如山蚂蝗 *Desmodium*, 漆树 *Toxicodendron* 等。其余均少数，如旧世界温带分布型的杭子梢 *Campylotropis*, 地中海西亚至中亚分布型的黄连木 *Pistacia*、木犀榄 *Olea* 等。

中国特有分布型的属有21个，属数虽少，但在地域面积小的干热河谷与我国其它地区比较相对而言是多的，既反映植物区系组成的多样性，也反映其特殊性。

3. 种级组成

在本地区所统计的1791种种子植物中，种级的分布型相当多样。按吴征镒的属级分布型系统对种级分布型进行划分，除了世界广布种不计外，有一半左右的种可归入中国特有分布型，即中国特有种，另一半左右归入到1—14类与属级相同的种级分布型。种级分布型多样性的总特点列如下表（表1）。各类种级分布型按全河谷、金沙江河谷、金沙江滇部分河谷、金沙江川部分河谷、元江河谷、怒江河谷等六部分进行统计。

热带亚洲分布型最多，达442个种（但属一级分布型中则以泛热带分布型为最多），占总种数的25.3%。各河谷的比例以元江和怒江为多，而金沙江偏少，金沙江全河谷有151种，占该河谷种数的13.53%，元江有274种，占其种数41.6%，怒江有209种占其种数38.9%。这类分布型三江共有而常见的种如白花苋 *Aerva sanguinolenta*, 虾钳菜 *Alternanthera sessilis*, 火绳树 *Eriolaena spectabilis*,磨盘草 *Abutilon indicum*, 霸王鞭 *Euphorbia royleana*, 余甘子 *Phyllanthus emblica*, 蔓草虫豆 *Atylosia scarabaeoides*, 大叶千斤拔 *Flemingia macrophylla*, 沙针 *Osyris wightiana*, 千张纸 *Oroxylum indicum*, 毛臂形草 *Brachiaria villosa*, 扭鞘香茅 *Cymbopogon tortilis* 等。

其次是泛热带分布型的种，全河谷有84种，占总种数的4.8%，其中金沙江53种，元江51种，怒江46种。而三江共有而常见的种如黄细心 *Boerhavia diffusa*, 金合欢 *Acacia farnesiana*, 明油子 *Dodonaea angustifolia*, 假烟叶树 *Solanum verbascifolium*, 扭黄茅 *Heteropogon contortus* 等。

旧世界热带分布型的种有47种，占总种数的2.7%，其中金沙江37种，元江27种，怒江25种，其比例与总河谷较近似,三江共有而常见的种如缅枣 *Zizyphus mauritiana*, 臭根子草 *Bothriochloa intermedia*, 双花草 *Dichanthium annulatum*, 类雀稗 *Paspalidium flavidum*。

热带亚洲至热带非洲分布型的种有47种，占总种数的2.7%，其中金沙江32种，元江28种，怒江23种。三江共有而常见的种如木棉 *Bombax ceiba*, 孔颖草 *Bothriochloa pertusa*, 苞茅 *Hyparrhenia*

表 1　西南干热河谷地区种子植物种级 (不包括变种) 分布区类型

Table 1 The areal types of species level (except varieties of the same species) of seed plants from the region of dry–hot river valleys, SW China

序号 种级分布区类型 No. Areal–types of species level	全谷 All Va. 数 No.	%	金江 Jin. J. 数 No.	%	金江滇 J.J.Y 数 No.	%	金江川 J.J.S 数 No.	%	元江 Yuan J. 数 No.	%	怒江 Nu J. 数 No.	%
1. 世界分布 Cosmopolitan	45	—	35	—	33	—	15	—	26	—	28	—
2. 泛热带 Pantropic	80	4.6	53	4.7	46	7.0	27	3.5	48	7.3	43	8.0
—2. 热带亚洲、非洲和南美洲间断 T.As,Afr.& S.Am.disj.	4	0.2	0	0	0	0	0	0	3	0.5	3	0.6
3. 热带亚洲和热带美洲间断 T.As. & T.Am. disj.	16	0.9	7	0.6	6	0.9	5	0.6	12	1.8	7	1.3
4. 旧世界热带 Old World Tropics	46	2.6	36	3.2	33	5.1	19	2.4	27	4.1	25	4.6
—1. 热带亚洲、非洲和大洋洲间断 T.As,Afr.& Aust.disj.	1	0.1	1	0.1	0	0	1	0.1	0	0	0	0
5. 热带亚洲至热带大洋洲 T.As. to T.Aust.	38	2.2	18	1.6	14	2.1	11	1.4	21	3.2	20	3.7
6. 热带亚洲至热带非洲 T.As. to T.Afr.	45	2.6	32	2.9	28	4.3	12	1.5	26	3.9	22	4.1
—2. 热带亚洲和东非间断 T.As. & E.Afr. disj.	2	0.1	0	0	0	0	0	0	2	0.3	1	0.2
7. 热带亚洲 (印度–马来西亚) T.As.(Indo–Malesia)	426	24.4	145	13.0	113	17.3 2	82	10.5	265	40.2	201	37.4
—1. 爪哇、喜马拉雅和华南、西南星散 Ja,Hi.& SC,SWC d.	6	0.3	3	0.3	0.3		1	0.1	2	0.3	3	0.6
—2. 热带印度至华南 T.India to SC	5	0.3	2	0.2	2	0.3	1	0.1	2	0.3	4	0.7
—3. 缅甸、泰国至华西南 Burma,Tail. to SWC	2	0.1	0	0	0	0	0	0	2	0.3	0	0
—4. 越南 (或中南半岛) 至华南 (或西南) Viet.to SC	3	0.2	1	0.1	1	0.2	1	0.1	3	0.5	1	0.2
8. 北温带 North Temperate	16	0.9	8	0.7	7	1.1	2	0.3	6	0.9	7	1.3
—4. 北温带和南温带 (全温带) 间断 N.Tem. & S.Tem.	3	0.2	1	0.1	1	0.2	0	0	1	0.2	2	0.4
10. 旧世界温带 Old World Temperate	29	1.7	26	2.3	17	2.6	17	2.2	6	0.9	9	1.7
—1. 地中海区、西亚和东亚间断 Med.W.As. & E.As. disj.	1	0.1	1	0.1	1	0.2	0	0	0	0	0	0
—2. 地中海区和喜马拉雅间断 Med. & Hima. disj.	4	0.2	3	0.3	3	0.5	0	0	1	0.2	1	0.2
—3. 欧亚和南非洲(有时也大洋洲) 间断 EA & S.Afr.disj	2	0.1	2	0.2	0	0	2	0.3	0	0	0	0
11. 温带亚洲分布 Tem. Asia	8	0.5	5	0.4	1	0.2	5	0.6	2	0.3	1	0.2
13. 中亚 C. Asia	1	0.1	1	0.1	0	0	1	0.1	0	0	0	0
—2. 中亚至喜马拉雅 C.Asia to Hima.	1	0.1	1	0.1	1	0.2	0	0	1	0.2	0	0
14. 东亚 (东喜马拉雅至日本) E.As.(E.Hima. to Japan)	31	1.8	19	1.7	13	2.0	13	1.7	12	1.8	13	2.4
—1. 中国––喜马拉雅 SH Sino–Himalaya	169	9.7	131	11.7	56	8.6	112	14.3	46	7.0	39	7.2
—2. 中国––日本 SJ Sino–Japan	40	2.3	32	2.9	12	1.8	27	3.5	14	2.1	7	1.3
15. 中国特有 Endemic to China	767	43.9	588	52.7	296	45.3	443	56.6	157	23.8	129	24.0
总　计　Total	1791		1151		686		797		685		566	
不包括世界分布的总计 Total except Cosmoplitan	1746	100.0	1116	100.0	653	100.0	782	100.0	659	100.0	538	100.0

bracteata, 双花虱子草 *Tragus biflorus* 等。而元江和怒江共有分布的如虾子花 *Woodfordia fruticosa*, 假黄麻 *Corchorus aestuans*, 长钩刺蒴麻 *Triumfetta pilosa*, 蛇婆子 *Waltheria indica*, 绒毛山蚂蝗 *Desmodium velutinum* 等，反映本地区与热带非洲的植物区系有一定的历史渊源，这在属一级分布型中更为突出。

热带亚洲至热带大洋洲分布型的种有 38 种，占总种数的 2.2%，其中金沙江 18 种，元江 21 种，怒江 20 种，共有而常见的种如丁癸草 *Zornia gibbosa*, 千解草 *Pygmaeopremna herbacea* 等。而元江和怒江共有的如假木豆 *Dendrobium triangulare*, 狸尾草 *Uraria lagopodioides*, 竹节草 *Chrysopogon aciculatus* 等。

热带亚洲和热带美洲间断分布型的种仅 16 种，占总种数的 0.9%,其中金沙江 7 种，元江 12 种，怒江 7 种。三江常见的种如仙人掌 *Opuntia monacantha*, 条叶猪屎豆 *Crotalaria linifolia* 等，而仅元江和怒江共有的如山芝麻 *Helicteres angustifolium*, 爵床 *Rostellularia procumbens* 等。这反映本地区区系与热带美洲仍有一定联系。

温带分布型的种中，以东亚分布型为最多，达 240 种，占总种数的 13.8%，其中金沙江又以中国-喜马拉雅亚型为多，有 169 种，占总种数 9.7%，中国-日本变型 40 种，仅占 2.3%。各河谷中，金沙江 182 种（滇部分 81 种, 川部分 152 种），元江 72 种，怒江 59 种，主要分布在金沙江四川部分的干暖性河谷。三江共有分布的种如毛木防己 *Coccullus orbiculatus*, 瓜子金 *Polygala japonica*, 黄连木 *Pistacia chinensis*, 野漆树 *Toxicodendron succedaneus*, 羊胡子草 *Eriophorum comosum* 等, 其中不少属是热带分布型的。

旧世界温带分布型的种有 36 个，占总种数的 2.1%，其中金沙江 32 种（滇部分 21 种,川部分 19 种），元江 7 种，怒江 7 种，主要分布在金沙江河谷，如狗筋蔓 *Cucubalus baccifer*, 栓果菊 *Launaea procumbens*, 苇谷草 *Pentanema indicum*, 野黍 *Eriochloa villosa* 等。

北温带分布型的种较少，仅 9 种，如野葵 *Malva verticillata*, 苦荬菜 *Sonchus oleracea* 等。温带亚洲分布型的种更少，仅 8 种，主要分布在金沙江四川部分，如猪毛菜 *Salsola collina*, *Agrimonia pilosa* 等。中亚分布型仅 2 种，即毛叶 栒子 *Cotonester sabmultiflorus* 和白草 *Pennisetum flacidum*。无东亚和北美间断分布型和地中海西亚至中亚分布型。

除上述热带和温带的种级分布型外，中国特有种分布型占了总种数的 43.9%，这和中国特有属分布型仅占总属数的 3%成了显明的对比。

特有属和特有种

由于干热河谷的生态环境处在热带和亚热带纬度的高原深陷峡谷，长期干热条件使能适应的植物种类得以生存和繁衍，并在地史的环境变迁中成为古老植物的避难所，环境选择了一批植物，植物进一步演化和发展，造成了本地区植物区系的特殊性。主要的特殊性表现在本地区有比较丰富的中国特有种、西南地区特有种乃至地区特有种。

在全河谷所调查的 1791 种种子植物中，不见中国特有科分布，仅见东亚特有科如肋果茶科、旌节花科等。中国特有属有 21 个（表 2），其中丁茜 *Trailliaedoxa*，复芒菊 *Formania*，栌菊木 *Nouelia*，地涌金莲 *Musella*，罂粟莲花 *Anemoclema* 是金沙江干热河谷的特有属。

中国特有分布型的种有 767 种，占总种数的 43.9%，其中金沙江 588 种，占其 52.7%（滇部分 296 种，占其 45.3%，川部分 443 种，占其 56.6%），所占比例较高，元江 157 种，占其 23.82%，怒江 129 种，占其 24%，元江和怒江的中国特有种较少。

这些中国特有种分布型中，可进一步划分出各类亚型如下表（表 3），共三个分布亚型，其下再细分出 21 个小亚型，其特有组成分述如下。

1. 华西南三江干热河谷的特有组成

这类组成成分都是干热河谷本身的特有种，共有 46 种,占中国特有种种数的 6%，算是比例较高的。按河谷分有三类。

(1) 金沙江干热河谷的特有种　这类地区特有种在三大江中数量最多，高达 32 种，包括 1 种与怒江共有和 1 种与澜沧江共有，其分布以金沙江为主。它们是最能反映本地区金沙江河谷的近代生态环境和历史上植物区系演变的近代状况。这些种类的名单列如下表（表 4)，其中金沙江滇川部分的特有种有 14 个，诸如 *Cycas panzhihuaensis*（分布于云南禄劝普渡河和四川攀枝花把边河，是古老的残遗种), *Thalictrum viscosum, Aristolochia delavayi, Cotinus nana, Trailliaedoxa gracilis, Wendlandia subalpina, Nouelia insignis* 等。仅见分布云南的 4 种，如 *Cystacanthus yangzekiangensis, Sclerodactylon micrandrum* 等，仅见分布四川的 13 种，如 *Rinorea erianthera, Bauhinia bohniana, Indigofera calcicola, Arisaema jinshajiangense* 等。所列的特有种中，*Cycas panzhihuaensis, Rinorea erianthera, Munronia delavayi, Cotinus nana, Trailliaedoxa gracilis, Musella lasicarpa, Formania mekongensis* 为古特有种，其余多为新特有种。它们来自或隶属于 26 个属，其中热带属 16 个，温带属 5 个，中国特有属 4 个，世界广布属 1 个，说明其祖先主要来自热带的属。地区特有种与中国特有属的分布地一致，最能反映本地区植物区系组成的特殊性。

表 2　干热河谷中国特有属分布型

Table 2　The areal type of Chinese endemic genera in dry-hot river valley

特有属名 Genus name of endemic	科　名 F. name	特有属分布 G.end.distr.	特有种名 Species name of endemic	分布河谷 Dist. Vall. 金滇 J	金川 S	元江 Y	怒江 N
杉属 Cunninghamia	杉科	华南至华东南	德昌杉木 C. unicanaliculata		S		
罂粟莲花属 Anemmoclema	毛茛科	滇川金沙江河谷	罂粟莲花 A. glaucifolium	J	S		
裸蒴属 Gymnotheca	三白草科	华中至华南	裸蒴 G. chinensis				N
金铁锁属 Psammosilene	石竹科	华西南	金铁锁 P. tunicoides	J	S		
假贝母属 Bolbostemma	葫芦科	华西南华北华中	假贝母 B. biglandulosum	J			
牛筋条属 Dichotomanthes	蔷薇科	华西南	牛筋条 D. tristaniaecarpa	J		Y	
巴豆藤属 Craspodolobium	蔷薇科	滇中	巴豆藤 C. schochii			Y	
胡榛子属 Ostryopsis	榛科	华西南与华北	胡榛子 O. davidiana		S		
			滇虎榛 O. nobilis	J	S		
黑枪杆属 Delavaya	无患子科	滇, 偶桂西越北	茶条木 D. yunnanensis	J	S	Y	
喜树属 Camptotheca	紫树科	华西南至华中	喜树 C. acuminata			Y	
环根芹属 Cyclorhiza	伞形花科	川滇藏	环根芹 C. waltonii		S		
丁茜属 Trailliaedoxa	茜草科	滇金沙江河谷	丁茜 T. gracilis	J	S		
复芒菊属 Formania	菊科	滇川干热河谷	复芒菊 F. mekongensis	J	S		N
栌菊木属 Nouelia	菊科	金沙江河谷偶元江	栌菊木 N. insignis	J	S	Y	
滇牛舌草属 Antiotrema	紫草科	滇	滇牛舌草 A. dunnianum		S		
翅茎草属 Pterygiella	玄参科	华西南	疏毛翅茎草 P. duclouxii	J	S	Y	
			圆叶翅茎草 P. cylindrica	J	S		
			翅茎草 P. nigrescens	J	S		
长冠苣苔属 Rhabdothamnopsis	苦苣苔科	滇川	长冠苣苔 R. sinensis		S		
短檐斜管苣苔属 Tremacron	苦苣苔科	川西滇北	短檐苣苔 T. forrestii	J	S		
地涌金莲属 Musella	芭蕉科	滇川金沙江河谷	地涌金莲 M. lasicarpa	J	S		
鹭鸶兰属 Diuranthera	百合科	滇川	鹭鸶兰 D. major	J			
			小鹭鸶兰 D. minor	J	S		
芒苞草属 Acanthochlamys	Velloziaceae	川西干暖干冷河谷	芒苞草 A. bracteata		S		

(2) 元江干热河谷的特有种　元江干热河谷有地区特有种 10 种，如旱地油杉 *Keteleeria xerophila*, 元江木通 *Clematis wissmanniana*, 元江山柑 *Capparis wui*, 元江风车子 *Combretum yuanjangense*, 元江蚬木

Burretiodendron kydifolium, 元江花椒 *Zanthoxylum yuenkiangense*, 点叶柿 *Diospyros punctilimba*,元江素馨 *Jasminum yuanjiangense* 等。它们隶属于 10 个属，其中 8 个热带属，1 个温带属，1 个广布属，主要来自热带的属。

（3）怒江干热河谷的特有种　怒江干热河谷面积很小，而且干热河谷植被的次生性大，植物种类与附近地区共分布的较多，故地区特有种很少，仅 4 种，它们是滇西苘麻 *Abutilon gebauerianum*, 无齿华苘麻 *Abutilon sinense* var. *edentatum*, 怒江蒿 *Artemisia nujiangensis*, 沧江新樟 *Neocinnamomum mekongense*, 有的与金沙江或澜沧江干热河谷共特有，反映怒江干热河谷植物区系的特殊性并不显著。

2. 三江干热河谷和华西南共有的特有种组成

这一亚型总共有 581 种之多，占上述中国特有种总数的 75.8%。它们在反映干热河谷植物区系的特殊性方面次于地区特有种。

表 3 西南干热河谷地区中国特有种的分布区亚型

Table 3 The areal-subtypes of the Chinese endemic species of seed plants from the dry-hot valley area in SW China

中国特有种分布区亚型 Areal-subtypes of end. sp. to China	种 数 Sp. No.	占总种数 % Sp.No.%	隶属科数 In F. No.	隶属属数 In G. No.
15(1) 华西南三江干热河谷地区特有 End. of J,Y,N dry valleys	(46)	(6.0)		
a. 金沙江 Jinshajiang	32	4.2	18	26
b. 元江 Yuanjiang	10	1.3	9	9
c. 怒江 Nujiang	4	0.5	3	3
15(2) 三江干热河谷和华西南共特有 End. of J,Y,N & SW China	(581)	(75.5)		
a. 滇 Yunnan	148	19.3	51	117
b. 滇南 S.Yunnan	54	7.0	35	44
c. 川西滇北 W.Sichuan-N.Yunnan	143	18.6	50	99
d. 川滇 W.Sichuan & Yunnan	17	2.2	10	15
e. 川西 W.Sichuan	19	2.5	14	15
f. 黔 Guichou	6	0.8	5	6
g. 华西南 SW.China	124	16.2	54	94
h. 横断山脉地区 Hangduan Mts. Region	70	9.1	31	55
15(3) 干热河谷和华西南与中国其他地区共特有 Other reg. of China	(140)	(18.3)		
a. 华中 C. China	25	3.3	18	23
b. 华东 E. China	13	1.7	9	12
c. 华南 S. China	28	3.7	21	23
d. 华北 N. China	15	2.0	11	13
e. 华西北 NW. China	10	1.3	9	10
f. 华南华东华中 S. E. C. China	22	2.9	18	22
g. 华北华东华中 N. E. C. China	7	0.9	6	6
h. 华北华西北华中 N. NW. C. China	11	1.4	9	11
i. 华西北华北华东华中 NW. N. E. C. China	4	0.5	4	4
j. 华南华北华西北华东华中 S. N. NW. E. C. China	5	0.7	5	5
总　　计 Total	767	100.0		

（1）滇和滇南的特有种　二者共 202 种，占 26.3%，主要分布于金沙江的滇部分或元江、怒江的干热河谷，很少三江共分布。云南特有种中，分布于金沙江的有 82 种，如矮扁担杆 *Grewia humilis*, 云南黄花稔 *Sida yunnanensis*, 滇杭子梢 *Campylotropis yunnanensis*, 鸡足香槐 *Cladrastis delavayi*, 刚毛兔尾草 *Uraria hispida*, 羊角棉 *Alstonia mairei*, 丽江山石榴 *Himalrandia lichiangensis*, 滇西斑鸠菊 *Vernonia forrestii*, 白花叶 *Porana henryi*, 滇鳔冠花 *Cystacanthus yunnanensis*, 小叶石梓 *Gmelina delavayana*, 箭叶大

油芒 *Spodiopogon sagittifolium*, 敏感木蓝 *Indigofera sensitiva*, 茶条木 *Delavaya yunnanensis*(可至元江上游和滇东南), 毛果竹叶防风 *Seseli delavayi*, 红毛旋蒴苣苔 *Paraboea rufescens*, 金沙鼠尾黄 *Rungia hirpex*, 滇荆 *Vitex yunnanensis*, 金江火把花 *Colquhounia compta* 等。分布于元江的 18 种，如滇鼠刺 *Itea yunnanensis*, 细柄花椒 *Zanthoxylum equirolii*, 搭棚藤 *Porana discfera*, 长蒴苣苔 *Didymocarpus yunnanensis*, 黄毛豆腐菜 *Premna fulva* 等。滇南特有种主要分布于元江和怒江，特别是元江中下游，如思茅枣 *Zizyphus szemaoense*, 箭叶秋葵 *Abelmoschus sagittifolius*, 窄叶枇杷 *Eriobotrya henryi*, 秧青 *Dalbergia szemaoensis*, 河滩黄杨 *Buxus austro-yunnanensis*, 云南割舌树 *Walsura yunnanensis*, 云南匙羹藤 *Gymnema yunnanense* 等。仅怒江分布的有 10 种，如大花青藤 *Illigera grandiflora*, 镰叶扁担杆 *Grewia falcata*, 尖叶龙须藤 *Bauhinia lecomtei*, 粗状润楠 *Machilus robusta*, 柴胡叶链荚豆 *Alysicarpus bupleurifolius* 等。元江怒江分布的如圆叶西番莲 *Passiflora henryi*, 朴叶扁担杆 *Grewia celtidifolia*, 深紫木蓝 *Indigofera atropurpurea* 等。说明干热河谷的中国特有种中，云南特有种和滇南特有种占了较大比例。

(2) 川西、川西滇北和川滇的特有种　川西滇北是华西南地区植物区系的特有中心之一，干热河谷地区也不例外，主要是金沙江河谷。川西和川滇分布也属于这一类。这类特有分布共有 179 种，占中国特有种的 23.3%，其中金沙江 175 种（滇部分 75 种,川部分 156 种)，元江 37 种，怒江 25 种。

表 4 金沙江干热河谷的特有种

Table 4　The endemic species of dry-hot river valley in Jinsha River

特有种名 Name of endemic species	科　名 F. name	特有种名 Name of endemic species	科　名 F. name
攀枝花苏铁 Cycas panzhihuaensis	苏铁科	金沙翠雀花 Delphinium majus	毛茛科
粘唐松草 Thalictrum viscosum	毛茛科	山草果 Aristolochia delavayi	马兜铃科
毛蕊三角车 Rinorea erianthera	堇菜科	德钦蔷薇 Rosa deqenensis	蔷薇科
得荣蔷薇 Rosa derongensis	蔷薇科	丽江羊蹄甲 Bauhinia bohniana	苏木科
巴塘杭子梢 Campylotropis souliei	蝶形花科	滇西锦鸡儿 Caragana oreophila	蝶形花科
灰岩木蓝 Indigofera calcicola	蝶形花科	绢瓣木蓝 Indigofera neosericopetala	蝶形花科
大九节铃 Ampelocissus artemisiifolius	葡萄科	毛黄皮 Clausena vestita	芸香科
小地黄连 Munronia delavayi	楝科	矮黄栌 Cotinus nana	漆树科
丁茜 Trailliaedoxa gracilis	茜草科	虎跳涧水晶棵 Wendlandia subalpina	茜草科
复芒菊 Formania mekongensis	菊科	栌菊木 Nouelia insignis	菊科
草坡旋花 Convolvulus steppicola	旋花科	金江鳔冠花 Cystacanthus yangzekiangensis	爵床科
草坡豆腐菜 Premna steppicola	马鞭草科	金沙荆 Vitex duclouxii	马鞭草科
地涌金莲 Musella lasicarpa	芭蕉科	白磨芋 Amorphophallus albus	天南星科
金江南星 Arisaema jinshajiangense	天南星科	云南百部 Stemona mairei	百部科
德钦画眉草 Eragrostis deqinensis	禾本科	微药假龙爪茅 Sclerodactylon micrandrum	禾本科
金沙尾稃草 Urochloa jinsharcola	禾本科	元谋尾稃草 Urochloa yuanmaoensis	禾本科

川西滇北特有种占多数，共 143 种，干热河谷常见的种如高贵马兜铃 *Aristolochia gentilis*, 澜沧荛花 *Wikstroemia delavayi*, 短柄扁担杆 *Grewia brachypoda*, 错枝榄仁 *Terminalia intricata*, 滇巴豆 *Croton yunnanensis*, 盐丰金合欢 *Acacia tieniana*, 鱼鳔槐 *Colutea delavayi*, 云南山蚂蝗 *Desmodium yunnanense*, 云南甘草 *Glycyrrhiza yunnanensis*, 滇虎榛 *Ostryopsis nobilis*, 铁橡栎 *Quercus cocciferoides*, 檗状美登木 *Maytenus berberioides*, 三叶白腊树 *Fraxinus trifoliolata*, 丽子藤 *Dregea yunnanensis*, 单头帚菊 *Pertya monocephala*, 小叶荆 *Vitex microphylla* 等。川西特有 19 种，主要分布金沙江川部分河谷，如德昌杉木 *Cuminghamia unicanaliculata*, 短叶杭子梢 *Campylotropis brevifolia*, 线萼白前 *Cynanchum linearisepalum*, 金仙草 *Pulicaria chrysantha*, 全缘假杜鹃 *Barleria intergrisepala*, 等。川滇特有 19 种，主要分布干热河谷的种如滇榄仁 *Terminalia franchetii*, 白头树 *Garuga forestii*, 滇鸡屎藤 *Paederia yunnanensis*, 滇观音草 *Peristophe yunnanensis*, 云南豆腐菜 *Premna yunnanensis*, 滇须芒草 *Andropogon yunnanensis*, 镰稃草

Harpachne harpachnoides 等。以上说明有一定数量川西滇北、川西和川滇的特有种分布中心在干热河谷，增加了本地区植物区系的特殊性。

(3) 横断山脉地区的特有种　这是比川西滇北更为扩大包括藏东南和青甘南部一个自然区的特有种，共70种，占总特有种数9.1%，其中金沙江65种（滇部分10种，川部分64种），元江5种，怒江1种，可见主要分布于金沙江河谷的四川部分。以干热河谷分布为主的种如革叶荛花 *Wikstroemia scytophylla*, 小鸡藤 *Dumasia forrestii*, 山枣 *Zizyphus montana*, 马尔康粗果芹 *Trachyspermum triradiatum*, 环根芹 *Cyclorhiza waltonii*, 蛇辣子 *Cynanchum forrestii*, 头花香薷 *Elsholtzia capituligera*, 小叶香茶菜 *Isodon parvifolius*, 独尾草 *Eremurus chinensis*, 三刺草 *Aristida brevissima* 等，反映金沙江河谷是横断山地区的一个部分，具有相同的种系起源和发展。

(4) 华西南的特有种　干热河谷就分布在华西南，特别是云南、四川、贵州和西藏地区，作为华西南的特有种，其分布比上述各亚型更为广泛。这类特有种在本区也较多，有124种，占总数的16.2%，其中金沙江105种，元江33种，怒江23种，主要分布于金沙江河谷。以河谷分布为主的种如金铁锁 *Psamosilene tunicoides*, 平当树 *Paradombeya sinensis*, 宽叶巴豆 *Croton euryphylla*, 月月青 *Itea ilicifolia*, 华西小石积 *Osteomeles schwerinae*, 金毛羊蹄甲 *Bauhinia aurea*, 云南羊蹄甲 *B. yunnanensis*, 丽江金合欢 *Acacia delavayi*, 细柄蔬子梢 *Campylotropis capillipes*, 萼花葛 *Pueraria calycina*, 灰毛浆果楝 *Cipadessa cinerescens*, 毛叶柿 *Diospyros mollifolia*, 旱地马尾参 *Ceropegia aridicola*, 云南娃儿藤 *Tylophora yunnanensis*, 地皮消 *Pararuellia delavayana*, 等等。说明干热河谷是华西南的一个特殊的生态环境，为本亚型特有种的分布提供生存条件。

贵州至河谷分布的特有种仅6种，如肾果小扁豆 *Polygala furcata*, 蓝果蛇葡萄 *Ampelopsis bodinieri*, 远志木蓝 *Indigofera neopolygaloides*, 滇黔水锦树 *Wendlandia uvariifolia* 等，也属于华西南特有种。

3. 干热河谷和华西南与中国其它地区共特有组成

这一亚型共140种，占总特有种数的18.3%，可再划分出10小亚型（见表3中a—j），其中以华中和华南（a, c）的特有种为主，有53种，占6.9%，华东和华南华中（b, f）35种，占4.6%，华北和华东华中（d, g）25种，占2.9%，华西北和华北华中（e, h）21种，占2.7%，华西北华北华东和华南北广布（e, j）的特有种9种，占1.17%。可以看出，华西南干热河谷中华中和华南的种类较多，华北和华东其次，而华南北广布的较少，反映华西南地区的干热河谷植物区系是多样而独特的。

标志植物的组成

华西南干热河谷长期处干旱半干旱而暖热的气候条件下，长期适应而生存的植物区系与附近高原高山和平原地区大不相同，故植物区系种级组成尽管南北交汇，八方混杂而多样，仍具有比较突出的地区区系标志性。有一批植物种能作为地理现状和历史延续的标志，可为植物区系上的标志种。它们是目前干热河谷植物区系特征的体现者，也反映植物区系的特殊性和多样性。其中地区特有种是最好的标志种，适生于干热河谷的其他中国特有种也是较好的标志种[4]。干热河谷还有一些非特有的一般标志种，对区系的特征也有一定的标志作用，甚至个别是较好的标志种[4]。

举非特有的标志种的实例如下：金沙江河谷分布的如尖稃草 *Acrachne racemosa*, 单穗草 *Dichanthium caricosum*, 弯穗草 *Dinebra retroflexa*, 黑果扭黄茅 *eHeterropogon melanocarpus*, 川犀草 *Oligomeris linifolia* (木犀草科), 藤金合欢 *Acacia rugata*, 假苜蓿 *Crotalaria medicaginea*, 伞房刺子莞 *Rhynchospora corymbosa*, 辣薄荷草 *Cymbopogon jwarancusa*, 冠芒草 *Enneapogon brachystachus*, 野黍 *Eriochloa villosa*, 宽叶茅根 *Perotis hordeiformis*, 虱子草 *Tragus berteronianus*, 尾稃草 *Urochloa repens* 等。元江非特有的标志种如天干果 *Buchanania latifolia*, 三叶漆 *Terminthia paniculata*, 大花蒺藜 *Tribulus cistoides*, 老人皮

Polyalthia cerasoides, 感应草 *Biophytum sensitivum*, 八宝树 *Duabunga grandiflora*, 南岭柞木 *Xylosma controversum*, 火索麻 *Helicteres isora*, 家麻树 *Sterculua pexa*, 风筝果 *Hiptage benghalensis*, 山柚藤 *Cansjera rheedii* (山柚子科), 尾球果 *Urobotrya latisquama*, 干果木 *Xerospermum bonii*, 山石榴 *Xeromphis spinosa*, 羽芒菊 *Tridax procumbens*, 破布木 *Cordia dichotoma* 等。怒江非特有的标志种如诃子 *Terminalia chehula*, 曲芒楔颖草 *Apocopis wightii*, 蒺藜草 *Cenchrus calyculatus*, 肠须草 *Enteropogon dolichostachyus*, 粗壮润楠 *Machilus robusta*, 少毛白花苋 *Aerva glabrata*, 伊桐 *Itoa orientalis*, 长叶柞木 *Xylosma longifolium*, 昂天莲 *Ambroma augusta*, 马松子 *Melochia corchorifolia*, 光叶巴豆 *Crotum laevigatus*, 薄叶羊蹄甲 *Bauhinia tenuiflora*, 马蹄果 *Protium serratum*, 节节红 *Blumea fistulosa*, 锥茅 *Thyrsia zea* 等。

元江与怒江共有的如厚叶树 *Lannea coromandelica*, 圆叶西番莲 *Passiflora henryi*, 十一叶木蓝 *Indigofera hendecaphylla*, 紫金标 *Ceratostigma willmottianum* 等。各江共有的非特有标志种如木棉 *Bombax ceiba*, 霸王鞭 *Euphorbia royleana*, 马鞍叶 *Bauhinia brachycarpa*, 明油子 *Dodonaea angustifolia*, 牛角瓜 *Calotropis gigantea*, 孔颖草 *Bothriochloa pertusa*, 扭鞘香茅 *Cymbopogon tortilis*, 扭黄茅 *Heteropogon contortus* 等，它们多半是优势建群种，是植被的重要成分。

金沙江与元江共有的非特有标志种如蒺藜 *Tribulus terretris*, 浆果苋 *Deeringia amaranthoides*,尖叶木犀榄 *Olea ferruginea*, 独脚金 *Striga asiatica*, 银叶七 *Leucas mollissima*, 芸香草 *Cymbopogon distans*, 短柄苞茅 *Hyparrhenia eberhardtii* 等。元江与怒江的非特有标志种如虾子花 *Woodfordia fruticosa*, 一担柴 *Colona floribunda*, 假黄麻 *Corchorus aestuans*, 五室火绳树 *Eriolaena quinquelocularis*, 白饭树 *Securinega virosa*, 顶果木 *Arocarpus fraxinifolius*, 渐尖羊蹄甲 *Bauhinia acuminata*, 虫豆 *Atylosia mollis*, 假木豆 *Dendrolobium triangulare*, 狸尾草 *Uraria lagopodioides*,木紫珠 *Callicarpa arborea* 等。各河谷共有的非特有标志种如白花苋 *Aerva sanguinolenta*, 虾钳菜 *Alternanthera sessilis*, 黄细心 *Boerhavia diffusa*, 仙人掌 *Opuntia monacantha*, 链荚豆 *Alysicarpus vaginalis*, 丁癸草 *Zornia gibbosa*, 假杜鹃 *Barleria cristata*, 三芒草 *Aristida adscensionis* 等。

植物区系的性质、联系和起源

1、亚热带性质

大量统计资料表明，干热河谷种子植物区系具有以热带为主的亚热带性质。全河谷植物科级、属级、种级的热带、温带和特有数量比例的进一步统计（表 5）说明了这一点。除了特有成分（此类成分多半为热带或亚热带性质）外，热带与温带的比例约科级为 71:29，属级为 68:29，种级为 39:18。从各条干热河谷看，金沙江河谷的性质为亚热带偏向热带，主要由于金沙江四川部分纬度偏北，海拔偏高之故，分布一些横断山、川西滇北和华北华西北温带植物，其种级比例甚至温带稍大于热带。元江和怒江的各级区系显然均以热带成分为主。

从当前干热河谷的植被类型看，主要是热带至亚热带性的半稀树草原和多刺灌丛等，其建群种和常见种多数是热带成分，故总体上本地区的植物区系是偏热带的亚热带性质。

特有现象明显和标志成分众多也是本地区植物区系的特征。从以上二表可以看出，全河谷或各河谷各级植物区系中，特有成分的比例都是大的，特别是种级和变种级。各级标志种的数量很高，这也是突出的。标志种同样也是以热带植物为主。

2、地理联系广泛

尽管干热河谷是高原山地的深陷地带，生态环境特殊，特有现象明显，但由于长期历史的植物交流和发展，使得本地区植物区系的联系面较为广泛。干热河谷地处华西南，有许多特有的和非特有的、广布的和非广布的植物区系会在这里分布。河谷分布的中国特有种 767 种中，有 96%是与河谷以外中国各

地联系的。其中与云南和滇南的联系见于多数滇特有和滇南特有和共分布。与横断山地区乃至整个华西南地区的区系联系也极广泛，华西南特有种在本地区高达124种之多，与川西滇北共分布的成分更是大量的。金沙江河谷的植物区系主要与川西滇北这一区系分化中心相联系，而元江和怒江的区系则与云南和滇南等偏南地区的热带性区系相联系。与全国各大区的联系更广泛，主要集中华南、华东、华中的联系，也与华北和华西北有一定关联，其中金沙江与华北的联系明显，而元江和怒江与华南联系较多。在与东亚地区的联系中，中国-喜马拉雅成分明显多于中国-日本成分。世界范围，在属级中明显以泛热带分布为多数，而种级中则又以热带亚洲分布为多数，这说明历史上与全世界热带联系为主，而近代与热带亚洲联系为主[17]。属级中北温带分布的较多，东亚分布较少，而种级正相反，与北温带联系较少，而与东亚联系较多。又如在属级有东亚北美间断分布成分，而种级则缺乏这一分布。本地区与热带非洲和热带大洋洲仍有一定联系，其属级的联系均大于种级，特别与热带非洲，当前还有一定数量和种级植物区系的联系，显示其古老的渊缘关系[18]。与其它各洲热带也都有联系，但与世界各洲的温带联系较少。还有一些世界广布的属和种，和所有干热河谷分布的植物一起，构成了当前河谷区系的多样性特征。

表5 华西南干热河谷植物科、属、种的性质

Table 5 The nature of plant families, genera, species in dry-hot river valley, SW China

科、属、种级分布区类型 Areal-types of F.G.S.	科级 F.L. 全河谷 All V. 科数 F. No.	科率% F.%	属级 G.L. 全河谷 All V. 属数 G. No.	属率% G.%	种级 Spicies Level 全河谷 All V. 种数 S. No.	种率% S.%	金沙江 Jins. 种数 S. No.	种率% S.%	元江 Yuanj. 种数 S. No.	种率% S.%	怒江 Nujiang 种数 S. No.	种率% S.%
世界分布型 Cosm.(1)	17	—	53	—	45	—	35	—	26	—	28	—
热带分布型 Trop.(2—7)	103	71.0	480	68.4	674	38.6	298	26.0	413	62.7	330	61.3
温带分布型 Temp.(8—14)	42	29.0	201	28.6	305	17.5	230	20.6	89	13.5	79	14.7
特有分布型 Ende.(15 or SE)	0	0	21	3.0	767	43.9	588	52.7	157	23.8	129	24.0
总数 Total	162	—	755	—	1791	—	1151	—	685	—	566	—
扣广布总数 Total excep.Cosm.	145	100.0	702	100.0	1746	100.0	1116	100.0	659	100.0	538	100.0

3. 历史起源古老

从前述干热河谷各级分布区类型、特有属种和标志种的分析，可以看出本地区，特别是金沙江河谷地区，植物区系起源古老，演化途径曲折，其过程中造成联系面广，以及由于生态环境的长期干热，而呈现出亚热带至热带的性质和特有种多的区系格局。例如，苏木科、梧桐科、田麻科、漆树科、木棉科、苏铁科、茶茱萸科、大风子科、莲叶桐科、西番莲科、海桑科、蒺藜科等都是古南大陆热带起源的科。源自古南大陆的热带属也相当多，而且属的分布型明显以泛热带的属为多数，高达187个之多，占总属数的26.5%，占全部热带属480属中的39%。标志种中，如锥连栎 *Quercus franchetii*, 铁橡栎 *Q. cocciferoides*, 光叶高山栎 *Q. rehderiana*, 川滇高山栎 *Q. aquifolioides* 等硬叶常绿栎类树种，是古地中海沿岸干旱生境硬叶常绿植物的后裔，在川西滇北山地和峡谷有20多种，而适生金沙江河谷的 *Quercus cocciferoides*, *Q. aquifolioides* 相似于近代地中海生长的浆果栎 *Q. coccifer* 和冬青叶栎 *Q. ilex*, 它们都是古地中海植物区系的后裔，古残遗而演化发展起来的。又如干热河谷中的木犀榄属 Olea 的一些种，它们与近代地中海的齐墩果 *O. europaea* 一样，是古地中海古老的 *Olea* 属的后裔。四川金阳金沙江干热河谷分布的毛蕊三角车 *Rinorea erianthera*（堇菜科）和得荣河谷的川犀草 *Oligomeris linifolia*(木犀草科) 也是古地中海的热带残遗分子[2]。栌菊木 *Nouelia insignis* 是木本菊科植物的原始种，也是干热河谷残遗的古

老成分[1]①。攀枝花苏铁 *Cycas panzhihuaensis* 是古老裸子植物的残遗或后裔，起源于古南大陆。青葙 *Celosia argentea*, 铁仔 *Myrsine africana*, 沙针 *Osyris wightiana*, 鱼膘槐 *Cotulea delavayi* 等也是当前地中海有同属或同种分布，都是古南大陆古地中海的残遗分子。又如元江河谷的植被优势种三叶漆 *Terminthia paniculata*, 虾子花 *Woodfordia fruticosa* 均起源于古南大陆的稀树草原①。地区特有种地涌金莲 *Musella lasicarpa* 是金沙江河谷特有的单型属种，与热带非洲至热带亚洲分布的象腿蕉 *Ensete* 比较接近, 显然也是古南大陆的残遗区系①。金沙江干热河谷和元江的南涧河谷优势种明油子 *Dodonaea angustifolia* 据知也是古南大陆沿岸的残遗分子。根据 "Savanna plants of Africa"一书[18]，热带非洲稀树草原与华西南干热河谷共分布的植物属有苘麻 *Abutilon*, 金合欢 *Acacia*, 白花苋 *Aerva*, 合欢 *Albizia*, 虾钳菜 *Alternanthera*, 链荚豆 *Alysicarpus*, 须芒草 *Andropogon*, 三芒草 *Aristida*, 艾纳香 *Blumea*, 黄细心 *Boerhavia*, 木棉 *Bombax*, 丰花草 *Borreria*, 臂形草 *Brachiaria*, 决明 *Cassia*, 牛角瓜 *Calotropis*, 青葙 *Celosia*, 蒺藜草 *Cenchrus*, 虎尾草 *Chloris*, 白花菜 *Cleome*, 风车藤 *Combretum*, 黄麻 *Corchorus*, 猪屎豆 *Crotalaria*, 车桑仔 *Dodonaea*, 刺桐 *Erythrina*, 大戟 *Euphorbia*, 银丝草 *Evolvulus*, 扁担杆 *Grewia*, 扭黄茅 *Heteropogon*, 苞茅 *Hyparrhenia*, 木蓝 *Indigofera*, 厚皮树 *Lannea*, 叶下珠 *Phyllanthus*, 裂稃草 *Schizachyrium*, 黄花稔 *Sida*, 鼠尾粟 *Sporobolus*, 独脚金 *Striga*, 灰叶 *Tephrosia*, 榄仁树 *Terminalia*, 菅 *Themeda*, 蒺藜 *Tribulus*, 羽芒菊 *Tridax*, 牡荆 *Vitex*, 枣 *Zizyphys*, 丁癸草 *Zornia* 等。其中植物种一级二地相同的也多，如恶味苘麻 *Abutilon hirtum*, 虾钳菜 *Alternanthera sessilis*, 三芒草 *Aristida adscensionis*, 黄细心 *Boerhavia diffusa*, 青葙 *Celosia argentea*, 黄花草 *Cleome viscosa*, 长蒴黄麻 *Corchorus olitorius*, 杯苋 *Cyathula prostrata*, 银丝草 *Evolvulus alsinoides*, 扭黄茅 *Heteropogon contortus*, 白背黄花稔 *Sida rhombifolia*, 灰叶 *Tephrosia purpurea*, 蒺藜 *Tribulus terestris*, 羽芒菊 *Tridax procumbens*, 缅枣 *Zizyphus mauritiana* 等。它们主要是泛热带、旧世界热带、热带亚洲至热带非洲等热带分布型。热带非洲是古南大陆的一部分，古代北邻古地中海，所以本地区的热带区系与热带非洲有如此渊缘关系，说明与古地中海区系有联系而起源古老。但在干热河谷的地区特有种中，古特有种仍是少数，多数是新特有种，反映本地区区系起源古老而长期演化发展，在特殊环境下演变了不少新特有种，就地区特有种的成因而言，却生态成因多于历史成因。

干热河谷植物区系的亚热带、热带性质，为历史上起源于热带性的古南大陆提供了总体的证据。然而在金沙江河谷仍有较多的温带的属种成分，说明金沙江区系在历史起源上还与古地中海北边的古北大陆有联系，更多的是第四纪后的冰期进袭带进来的。第四纪以来的青藏高原隆起，这一纬度山地升高，河流下切，古地中海消失而西移至近代热带非洲和温带欧洲之间的地中海。这一长期历史演化过程中，对金沙江干热河谷乃至整个华西南地区的植物区系带来极为深刻的影响。干热河谷由于历史以来生态环境长期干热，至今保留了耐旱的热带性区系，有古老区系后裔的古特有类型，也有适应干热生境而演化发展的新特有类型，它们都更多起源于古地中海的南边古南大陆。第四纪以来数度大型冰期南进北退，山岳冰川下降上升，对干热河谷区系压力极大，其局部环境成为第三纪以来古南大陆古地中海沿岸古老植物及其后裔的避难所，使之残存、演化发展至今，聚集特有成分，保留泛热带、旧热带、热带亚洲、热带非洲等大量耐干热或稀树草原区系成分，使目前干热河谷区系的联系性更为广泛。从而出现以热带区系为主，热带和温带区系并存的亚热带的植物区系性质，产生大量干热河谷近代生境和历史演化的标志成分。前述本地区植物区系组成的多样性、特殊性和标志性均证实了这一植物区系起源演化的历史过程。

---

①吴征镒. 植物区系地理教学大纲(初稿, 上下册). 云南植物学会印, 1984, 第二, 三章

结 论

综上所述，得出有关华西南干热河谷种子植物区系特征、性质和起源的结论如下：

1. 华西南干热河谷植物区系的基本特征是：（1）分布面积不大，组成却很丰富，有162科，755属，1791种，且具科、属、种组成的多样性；（2）组成中特有现象突出，中国特有属21个，干热河谷特有属6个，中国特有种767个,点总种数43.9%，其中干热河谷特有种46个，显示其组成的特殊性；（3）反映生态地理现状和历史演变延续的标志种很多，它们的组合状况是各个干热河谷植物区系特征的体现者。

2. 从植物区系的基本特征中，可以看出：（1）深陷河谷的地貌、气候的特殊是干热河谷植物区系独特的近代原因，而第三纪以后地史演变、河谷植物区系的形成和发展是其独特的历史原因，二者相辅相成；（2）干热河谷植物区系的组成既是滇缅泰、云南高原、横断山脉三大地区的一部分，又是一个地域分散的独立部分，其区系特征不同于这三个地区，所以在植物区系分区上它是一个非地带性的地区，其区系组成有它自己的生态成因和历史成因。

3. 从总体上看，干热河谷的植物区系具有偏向热带的亚热带性质，但各河谷稍有差异，种级区系组成分析表明，元江、怒江河谷的区系性质偏向热带，金沙江四川部分的河谷则偏向温带。

4. 干热河谷近代优势植被半稀树草原和肉质多刺灌丛的区系成分，与热带非洲和热带亚洲有着明显的联系，而马基状的旱生小叶灌丛与近代地中海沿岸的成分也有明显联系。

5. 干热河谷植物区系中有较多古南大陆起源的科和属。特有种和标志种中有不少是古地中海沿岸的古南大陆，甚至古北大陆的残遗种或其后裔，更有不少与热带非洲稀树草原相同的属、种，均证明干热河谷的植物区系起源于古地中海沿岸，特别是古南大陆。尽管第四纪以来本地区的植物区系发生很大的变化，但仍保留古植物区系的残遗和后裔，说明干热河谷地区一直是古老植物的避难所之一。

致谢 吴征镒先生对本文提出了重要的修改意见。本文的基础植物名录还由欧晓昆、陈洁、李云良、曹永恒、陶晶等提供，他们作了不少植物区系的野外考察工作。对以上诸位的帮助在此深表感谢。

参 考 文 献

〔1〕吴征镒. 论中国植物区系的分区问题. 云南植物研究, 1979, **1**(1):1—22.
〔2〕李锡文, 李捷. 横断山脉地区种子植物区系的初步研究. 云南植物研究, 1993, **15**(3):217—231.
〔3〕吴征镒, 王荷生. 中国自然地理, 植物地理(上册). 北京: 科学出版社, 1983. 1—125.
〔4〕金振洲, 欧晓昆, 区普定等. 金沙江干热河谷种子植物区系特征的初探. 云南植物研究, 1994, **16**(1):1—16.
〔5〕张荣祖主编. 横断山区干旱河谷. 北京: 科学出版社, 1992. 1—82.
〔6〕金振洲,欧晓昆,周跃. 元谋干热河谷植被概况. 植物生态学与地植物学报, 1987, **11**(4):308—317.
〔7〕曹敏, 金振洲. 云南巧家金沙江干热河谷的植被分类. 云南植物研究, 1989, **11**(3):324—336.
〔8〕欧晓昆. 元谋干热河谷植物区系研究. 云南植物研究, 1988, **10**(1):11—18.
〔9〕周立江、管中天. 金沙江河谷苏铁天然植物群落的研究. 云南植物研究, 1985, **7**(2):153—168.
〔10〕曹永恒, 金振洲. 云南潞江坝怒江干热河谷植被研究. 广西植物, 1993, **15**(4):132—138.
〔11〕曹永恒. 云南潞江坝怒江干热河谷植物区系研究. 云南植物研究, 1993, **15**(4):339—345.
〔12〕朱华. 元江干热河谷肉质多刺灌丛的研究. 云南植物研究, 1990, **12**(3):301—310.
〔13〕武素功, 李沛琼. 川西、滇北金沙江河谷的植物区系. 青藏高原研究——横断山考察专集(二). 北京: 科学出版社,

1986. 416—431.

〔14〕 Wu Sukung. The biological control of dry valleys in the Hengduan mountains area insouthwest China. Chinese Journal of Arid Land Research, 1989, 2(4):375—381.

〔15〕 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究, 1991, 增刊IV:1—139.

〔16〕 李锡文. 云南植物区系. 云南植物研究, 1985, 7(4):361—382.

〔17〕 Puri G S,Meher-Homji V M,Gupta R K *et al.* Forest Ecology,vol.I: Phytogeography and Forest Conservation. Chapter 4-Floristic ecology: Flora and floristic elements, p.67—114. Chapter 5-Phytogeographical ecology: Botanical region of India and problems of phytogeography in south and southwest Asia. New Delhi: Oxford & IBH Pub.Co.1983. 115—210.

〔18〕 Ghazanfar S A. Savanna plants of Africa. London: Macmillan Pub., 1989. 1—227.